

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 juillet 2001 (19.07.2001)

PCT

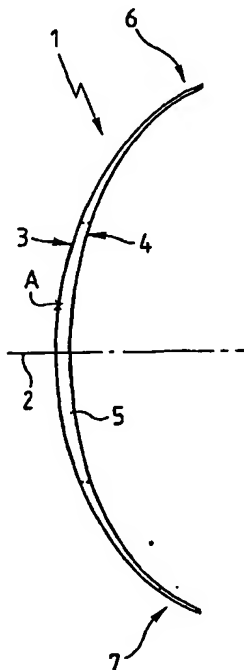
(10) Numéro de publication internationale
WO 01/51978 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : G02B 7/04 (72) Inventeurs; et
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/00006 (75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : CHATEAU, Nicolas [FR/FR]; 135, boulevard Vincent Auriol, F-75013 Paris (FR). BAUDE, Dominique [FR/FR]; 1, allée du 8 mai 1945, F-93400 Saint-Ouen (FR). FERMIGIER, Bruno [FR/FR]; 21, rue Beaunier, F-75014 Paris (FR).
(22) Date de dépôt international : 2 janvier 2001 (02.01.2001)
(25) Langue de dépôt : français (74) Mandataire : CABINET BONNET-THIRION; 12, avenue de la Grande Armée, Boîte Postale 966, F-75829 Paris Cedex 17 (FR).
(26) Langue de publication : français (81) États désignés (*national*) : CA, JP, US.
(30) Données relatives à la priorité : 00/00465 14 janvier 2000 (14.01.2000) · FR (84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'OPTIQUE) [FR/FR]; 147, rue de Paris, F-94220 Charenton le Pont (FR). Publiée :
— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPHTHALMIC LENS

(54) Titre : LENTILLE OPHTHALMIQUE



(57) Abstract: The invention concerns an ophthalmic lens such as a contact lens, whereof one of the surfaces is spherical or aspheric mechanically adapted to the shape of the eye, whereas the other simultaneously provides correction for gradual simultaneous vision presbyopia, astigmatism and optionally for myopia or spherical hypermetropia, the shape of said surface being easily determined from the shape of the first surface and the optical path which said lens should provide.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/51978 A1



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Il s'agit d'une lentille ophtalmique telle qu'une lentille de contact, dont l'une des surfaces est sphérique ou asphérique adaptée mécaniquement à la géométrie de l'oeil, tandis que l'autre procure à la fois une correction de presbytie à vision simultanée progressive, une correction d'astigmatisme et éventuellement une correction de myopie ou d'hypermétropie sphérique, la forme de cette surface étant aisément déterminée à partir de la forme de la première surface et du chemin optique que doit introduire cette lentille.

"Lentille ophtalmique"

L'invention a trait aux lentilles ophtalmiques pour corriger la vision procurée par un œil astigmaté éventuellement myope ou hypermétrope.

On sait que la correction de l'astigmatisme s'obtient grâce à une surface torique dont le plan de symétrie doit être orienté suivant un plan méridien de l'œil à corriger, c'est-à-dire suivant un plan contenant l'axe optique de cet œil, les paramètres habituellement utilisés pour définir la correction à apporter étant, d'une part, l'écart angulaire entre le plan méridien suivant lequel doit être orientée la surface torique et un plan méridien de référence, correspondant au plan méridien horizontal lorsque le porteur de la lentille est debout, cet écart angulaire étant généralement appelé "l'axe" de la correction, et, d'autre part, par la puissance optique cylindrique introduite, généralement appelée "valeur de cylindre".

Lorsque la lentille ophtalmique est un implant intraoculaire, la surface torique reste positionnée correctement par rapport à l'œil du simple fait qu'elle est disposée à l'intérieur de celui-ci.

En revanche, lorsque la lentille ophtalmique est une lentille de contact, il faut prévoir un moyen de stabilisation pour que la lentille reste en permanence correctement positionnée vis-à-vis de l'œil, et notamment un prisme ballast permettant de maintenir la lentille en position grâce à la pesanteur, ou bien des bosses telles que décrites dans le brevet français 2 760 853, qui utilisent l'effet dynamique produit par le clignement des paupières pour que la lentille reste en permanence correctement positionnée, ou bien encore en haut et en bas de la lentille, un amincissement ou allègement progressif le long d'une direction devant correspondre à la direction verticale de l'œil, comme décrit dans le brevet américain 4,095,878, ou alors un moyen de stabilisation comportant un ballast et un allègement en partie haute de la lentille, ainsi que décrit dans le brevet américain 4,324,461. Tous ces moyens de stabilisation, à l'exception du prisme ballast, se trouvent en-dehors de la portion correctrice de la lentille de contact, située au centre de celle-ci, au

niveau de la pupille de l'œil à corriger, par exemple à l'intérieur du cercle de rayon 4 mm centré sur l'axe optique de la lentille.

On sait également que la correction de la myopie ou de l'hypermétropie s'obtient grâce à une surface sphérique dont le centre de courbure doit se trouver sur l'axe optique de la lentille, le paramètre habituellement utilisé pour définir la correction à apporter étant la puissance optique sphérique introduite, généralement appelée "valeur de sphère" ; et qu'en présence d'un œil à la fois astigmatique et myope ou hypermétrope, l'on combine la surface torique nécessaire à la correction de l'astigmatisme et la surface sphérique nécessaire à la correction de la myopie ou de l'hypermétropie.

On sait encore que la correction de la presbytie s'obtient avantageusement grâce à une surface complexe procurant une correction à vision simultanée progressive, c'est-à-dire une correction dont la puissance varie de manière douce (et non brutale) entre le centre et la périphérie de la zone correctrice, de sorte qu'il se forme simultanément plusieurs images sur la rétine, l'image utile étant sélectionnée par tri cortical. Il est parfois admis que la correction à vision simultanée progressive permet de bénéficier également d'une correction des faibles astigmatismes, l'image utile étant sélectionnée non pas suivant un cercle centré sur l'axe optique, mais suivant une ellipse dont la plus grande dimension est orientée suivant l'axe de la correction d'astigmatisme requis.

En revanche, lorsque les valeurs d'astigmatisme à corriger sont relativement élevées (par exemple supérieures à 1,00 dioptrie en valeur absolue), il devient impératif de combiner à la fois une correction à vision simultanée progressive et une correction torique, comme dans le brevet américain 4,580,882, qui décrit à cet effet une lentille de contact dans laquelle la surface antérieure de la portion correctrice est torique tandis que la surface postérieure procure une correction à vision simultanée progressive.

L'invention vise à faciliter la fabrication d'une lentille ophtalmique capable de corriger l'astigmatisme, dans le cas où cette lentille doit également

corriger la presbytie et éventuellement une amétropie sphérique, c'est-à-dire une myopie ou une hypermétropie.

- Elle propose à cet effet une lentille ophtalmique comportant une portion correctrice pour corriger la vision procurée par un œil astigmatique éventuellement myope ou hypermétrope, prévue pour qu'un méridien de référence de ladite lentille reste aligné avec un méridien prédéterminé dudit œil ; caractérisée en ce que ladite lentille corrige également la presbytie et en ce que ladite portion correctrice présente une surface antérieure et une surface postérieure dont l'une, dite première surface, est sphérique ou asphérique adaptée mécaniquement à la géométrie dudit œil et dont l'autre, dite deuxième surface, présente une forme complexe offrant à la fois une correction de presbytie à vision simultanée progressive, une correction d'astigmatisme et éventuellement une correction de myopie ou d'hypermétropie sphérique, de sorte que la combinaison de la première surface et de la deuxième surface introduit un chemin optique variant, en fonction de la distance par rapport à l'axe optique et en fonction de l'écart angulaire par rapport audit méridien de référence, au moins quand cette distance est comprise entre 0,4 mm et 2, 4 mm, suivant une répartition s'inscrivant dans une zone comprise entre une surface enveloppe inférieure et une surface enveloppe supérieure, répondant respectivement aux équations suivantes :

$$\delta_{\text{inf}}(h, \theta) = \delta_0 + \delta_s(h) + \delta_p(h) + \delta_A(h, \theta) - 0,9 h^2$$

$$\delta_{\text{sup}}(h, \theta) = \delta_{\text{inf}}(h, \theta) + 0,18 h^2$$

équations dans lesquelles :

- $\delta_{\text{inf}}(h, \theta)$ et $\delta_{\text{sup}}(h, \theta)$ sont exprimés en micromètre (μm) ;
- h est la distance par rapport à l'axe optique, exprimée en millimètre (mm) ;
- θ est l'écart angulaire par rapport audit méridien de référence, exprimé en radian (rad) ;
- δ_0 est une constante arbitraire ;

- $\delta_s(h)$ est, en cas de correction sphérique, le chemin optique prévu pour cette correction, variant en fonction de la distance h par rapport à l'axe optique ;

5 - $\delta_p(h)$ est le chemin optique, variant en fonction de la distance h par rapport à l'axe optique, prévu pour la correction à vision simultanée progressive ; et

- $\delta_A(h, \theta)$ est le chemin optique prévu pour la correction torique.

10 Il va de soi que les termes "chemin optique" employés ci-dessus, et plus généralement dans le présent mémoire, désignent plus précisément la différence de chemin optique introduite par la lentille sur les rayons provenant d'un point lumineux situé à l'infini sur l'axe optique, de sorte que le déphasage φ introduit par la lentille est relié au chemin optique δ , au sens du présent mémoire, par la relation :

$$\varphi = \frac{2\pi\delta}{\lambda}$$

15 où λ est la longueur d'onde du rayon lumineux, les valeurs négatives de δ et de φ correspondant à un retard introduit sur l'onde optique et les valeurs positives à une avance.

En pratique, $\varphi(h, \theta)$ peut être déterminée par interférométrie ou par une autre méthode de mesure de déphasage optique.

20 Bien entendu, ce chemin optique vaut pour les longueurs d'onde situées en lumière visible, et notamment pour la longueur d'onde de référence 550.10^{-9} m.

25 On observera que la combinaison, sur la deuxième surface, de toutes les formes complexes permettant à la fois la correction à vision simultanée progressive pour compenser la presbytie, la correction torique pour compenser l'astigmatisme et éventuellement la correction sphérique pour compenser la myopie ou l'hypermétropie, offre l'avantage de faciliter la fabrication de la lentille, les difficultés liées à la fabrication d'une surface complexe ne se posant que pour la deuxième surface.

On observera également que la détermination de la géométrie de cette seconde surface, ne pose pas de problème particulier si l'on utilise la notion de chemin optique introduit par la lentille, dans la mesure où l'autre surface délimitant la portion correctrice de la lentille, c'est-à-dire la première surface, présente une forme connue, en l'occurrence sphérique ou une autre forme adaptée mécaniquement à la géométrie de l'œil, par exemple, dans le cas où la lentille ophtalmique est une lentille de contact et que la première surface est la face postérieure de la lentille venant contre la cornée, une forme choisie parmi une série de formes prédéterminées, afin de procurer au porteur de la lentille un confort optimum.

Selon des caractéristiques préférées, le terme $\delta_A(h, \theta)$ répond à l'équation :

$$\delta_A(h, \theta) = \frac{C}{2} h^2 \sin^2 (\theta - \phi)$$

équation dans laquelle:

- C est la puissance de cylindre requise pour corriger l'astigmatisme dudit œil, exprimée en dioptrie (D) ; et
- ϕ est l'écart angulaire, par rapport audit méridien de référence, de l'axe requis pour corriger l'astigmatisme dudit œil.

Dans un premier mode de réalisation préféré, la lentille constitue un implant intraoculaire avec, de préférence, pour des raisons de simplicité, la première surface qui est sphérique.

Dans un deuxième mode de réalisation préféré, la lentille constitue une lentille de contact.

Selon des caractéristiques préférées de ce mode de réalisation, la première surface fait partie de la face postérieure de la lentille de contact tandis que ladite deuxième surface fait partie de sa face antérieure.

Ainsi, c'est la surface antérieure de la lentille qui combine toutes les formes complexes.

De préférence, dans ce cas, ladite première surface est sphérique ou asphérique adaptée mécaniquement à la géométrie de la cornée dudit œil.

Cet ajustement mécanique, qui permet de procurer un confort optimal au porteur de la lentille, peut être réalisé très librement, puisque c'est la surface antérieure qui combine les formes complexes.

L'invention vise également, sous un deuxième aspect, un procédé de
5 préparation d'une lentille ophtalmique telle qu'exposée ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comporte :

- a) une étape de détermination du chemin optique devant être introduit par la portion correctrice de cette lentille ;
- b) une étape de sélection de la forme de la surface postérieure de
10 ladite portion correctrice, parmi une série de formes prédéterminées, afin de procurer au porteur de la lentille un confort optimum ;
- c) une étape de détermination de la forme de la surface antérieure de ladite portion correctrice, à partir de ladite forme sélectionnée pour la surface postérieure à l'étape b) et du chemin optique déterminé à l'étape a) ; et
- 15 d) une étape de fabrication de ladite lentille avec ladite portion correctrice qui présente la surface antérieure et la surface postérieure ainsi déterminées.

L'exposé de l'invention sera maintenant poursuivi par la description d'un exemple de réalisation, donnée ci-après à titre illustratif et non limitatif, en
20 référence aux dessins annexés. Sur ceux-ci :

- la figure 1 est une vue en coupe de la lentille conforme à l'invention, suivant son plan méridien vertical ;
- la figure 2 est une vue en plan de cette lentille ; et
- la figure 3 est une vue en plan partielle de cette lentille, qui en
25 montre le centre, en agrandissement par rapport à la figure 2.

La lentille de contact 1 illustrée sur les dessins est, de façon classique, centrée sur un axe optique 2, et présente une face antérieure 3 convexe et une face postérieure 4 concave.

Cette dernière face est sphérique tandis que la face antérieure 3
30 présente une forme complexe permettant, en combinaison avec la face postérieure 4, de procurer la correction de vision requise pour le porteur, et également de procurer la stabilisation, tant à centrage qu'à rotation, de cette

lentille vis-à-vis de l'œil, grâce à l'effet dynamique provoqué régulièrement par le clignement des paupières.

Plus précisément, la correction de la vision est procurée par la zone 5 située entre l'axe optique 2 et le cercle situé à 4 mm de cet axe, montré en trait interrompu sur les dessins, tandis que le moyen de stabilisation est constitué, de façon bien connue, par un amincissement ou allègement progressif, vers le bord, respectivement de la portion supérieure 6 et de la portion inférieure 7 de la lentille, suivant la direction verticale (axe du clignement des paupières), les portions 6 et 7 coopérant respectivement avec la paupière supérieure et avec la paupière inférieure, de sorte que l'axe 2 coïncide avec l'axe optique de l'œil du porteur et de sorte que le plan méridien horizontal 8 de la lentille 1 coïncide avec le plan méridien horizontal de l'œil du porteur.

La lentille illustrée est prévue pour opérer une correction d'astigmatisme suivant un plan de symétrie 9 (figure 3) présentant un écart angulaire ϕ par rapport au plan méridien horizontal 8, pour opérer une correction de myopie ou d'hypermétropie ainsi que pour opérer une correction de presbytie à vision simultanée progressive.

Soit A un point quelconque de la surface antérieure 3 de la lentille. On définit sa position grâce aux coordonnées h et θ , h étant la distance séparant le point A de l'axe optique 2 de la lentille et θ l'écart angulaire entre le plan méridien contenant le point A et le plan de référence 8.

Du fait que la forme de la surface postérieure 4 est connue (sphérique dans le présent exemple), ainsi que l'indice de réfraction du matériau de la lentille, et si l'on fixe l'épaisseur de cette dernière au centre, il est possible de déterminer de façon bien connue les coordonnées des différents points A de la surface antérieure 3 à partir du chemin optique $\delta(h, \theta)$, qui est ici choisi, au moins pour h situé entre 0,4 mm et 2,4 mm, comme répondant à l'inéquation :

$$\delta_{\text{inf}}(h, \theta) \leq \delta(h, \theta) \leq \delta_{\text{sup}}(h, \theta)$$

$\delta_{\text{inf}}(h, \theta)$ et $\delta_{\text{sup}}(h, \theta)$ répondant respectivement aux équations suivantes :

$$\delta_{\text{inf}}(h, \theta) = \delta_0 + \delta_s(h) + \delta_p(h) + \delta_A(h, \theta) - 0,9 h^2$$

$$\delta_{\text{sup}}(h, \theta) = \delta_{\text{inf}}(h, \theta) + 0,18 h^2$$

équations dans lesquelles :

- 5
- $\delta_{\text{inf}}(h, \theta)$ et $\delta_{\text{sup}}(h, \theta)$ sont exprimés en micromètre (μm) ;
 - h est exprimée en millimètre (mm) ;
 - θ est exprimé en radian (rad) ;
 - δ_0 est une constante arbitraire ;
 - $\delta_s(h)$ est, en cas de correction sphérique, le chemin optique prévu pour cette correction, répondant à l'équation :

$$\delta_s(h) = \frac{P_{\text{VL}}}{2} h^2$$

- 10
- équation dans laquelle P_{VL} est la puissance requise pour corriger la myopie ou hypermétropie dudit œil, exprimée en dioptrie (D) ;

- $\delta_p(h)$ est le chemin optique prévu pour la correction à vision simultanée progressive, répondant à l'équation :

$$\delta_p(h) = \sum_{i=0}^{i=9} \frac{\alpha_{2i}}{2i+2} h^{2i+2}$$

- 15
- la série de coefficients α_{2i} étant définie par une respective des neuf listes SA, SB, SC, MA, MB, MC, LA, LB, LC de coefficients ci-dessous :

i	SA	SB	SC
0	1.398800E+00	3.093330E+00	4.605640E+00
1	-2.160020E+00	-4.751140E+00	-5.235240E+00
2	1.337720E+00	2.913640E+00	2.458240E+00
3	-4.327890E-01	-9.378340E-01	-6.301520E-01
4	8.154230E-02	1.764900E-01	9.787570E-02
5	-9.410290E-03	-2.038990E-02	-9.616130E-03
6	6.736380E-04	1.462890E-03	6.012020E-04
7	-2.914960E-05	-6.347570E-05	-2.318560E-05
8	6.978470E-07	1.520000E-06	5.030000E-07
9	-7.091930E-09	-1.550000E-08	-4.690000E-09

i	MA	MB	MC
0	1.799020E+00	3.048790E+00	4.144890E+00
1	-1.823880E+00	-3.424400E+00	-4.233760E+00
2	8.133470E-01	1.714210E+00	1.949870E+00
3	-2.057150E-01	-4.850380E-01	-5.212190E-01
4	3.222470E-02	8.400400E-02	8.739800E-02
5	-3.231690E-03	-9.184070E-03	-9.410210E-03
6	2.075120E-04	6.343800E-04	6.468110E-04
7	-8.241900E-06	-2.679260E-05	-2.734250E-05
8	1.842050E-07	6.310000E-07	6.460000E-07
9	-1.770040E-09	-6.330000E-09	-6.520000E-09

i	LA	LB	LC
0	1.258120E+00	2.3409009E+00	2.660000E+00
1	2.766510E-01	-1.6016233E+00	-3.029760E+00
2	-5.863900E-01	8.5580090E-01	1.837520E+00
3	2.158210E-01	-4.0855924E-01	-6.361990E-01
4	-3.890640E-02	1.2233248E-01	1.293960E-01
5	4.063430E-03	-2.1406740E-02	-1.595350E-02
6	-2.578890E-04	2.2148862E-03	1.205290E-03
7	9.821560E-06	-1.3380186E-04	-5.450000E-05
8	-2.065710E-07	4.3658573E-06	1.350000E-06
9	1.845210E-09	-5.9468409E-08	-1.410000E-08

(E et le nombre qui le suit représentent l'exposant en puissance de 10) ; et

- $\delta_A(h, \theta)$ est le chemin optique prévu pour la correction torique, répondant à l'équation :

$$\delta_A(h, \theta) = \frac{C}{2} h^2 \sin^2(\theta - \phi)$$

5 équation dans laquelle C est la puissance de cylindre requise pour corriger l'astigmatisme dudit œil, exprimée en dioptrie (D).

Le chemin optique ainsi défini permet de déterminer une forme qui convient pour la surface antérieure de la portion correctrice 5.

Dans une autre variante, la correction de presbytie, plutôt que de s'effectuer comme dans la lentille 1 avec une puissance plus importante au centre qu'en périphérie de la portion correctrice 5, s'effectue avec une variation en sens contraire, c'est-à-dire avec une puissance qui est moins importante au centre qu'en périphérie de la portion correctrice.

Dans un tel cas, le chemin optique introduit par la correction à vision simultanée progressive n'est pas celui donné ci-dessus, mais :

$$\delta_p(h) = \frac{P_{ADD}}{2} h^2 - \sum_{i=0}^{i=9} \frac{\alpha_{2i}}{2i+2} h^{2i+2}$$

P_{ADD} étant l'addition requise par le porteur de la lentille pour la vision de près, exprimée en dioptrie (D), la série de coefficients α_{2i} étant définie par une respective des neuf listes SA, SB, SC, MA, MB, MC, LA, LB, LC données ci-dessus.

Dans une autre variante de la lentille 1, la face postérieure 4, au lieu d'être purement sphérique, présente une forme asphérique qui est adaptée mécaniquement à la géométrie de la cornée de l'œil destiné à recevoir cette lentille, cette surface postérieure étant en pratique choisie dans une série de formes prédéterminées, à partir d'essais effectués sur l'œil à équiper.

Dans d'autres variantes non représentées, les allègements 6 et 7 sont remplacés par des moyens différents de stabilisation à centrage et à rotation, et notamment par des bosses dynamiques telles que décrites dans le brevet français 2 760 853 ou par un prisme ballast situé en partie basse, complété éventuellement par un allègement en partie haute.

On observera que la préparation d'une lentille ophtalmique selon l'invention est relativement simple, puisqu'il suffit de déterminer le chemin optique devant être introduit par la portion correctrice de la lentille d'après l'examen optométrique du porteur de la lentille, de sélectionner la forme de la surface postérieure qui procure au porteur un confort optimum, de déterminer à partir de ces éléments la forme de la surface antérieure, puis de fabriquer la lentille, dont seule la face antérieure est complexe.

Dans encore une autre variante non représentée, la lentille n'est pas une lentille de contact, mais un implant intraoculaire, et n'est donc pas pourvue de moyens de stabilisation à centrage et à rotation.

- De nombreuses autres variantes sont possibles en fonction des
- 5 circonstances, et on rappelle à cet égard que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits et représentés.

REVENDICATIONS

1. Lentille ophtalmique comportant une portion correctrice pour corriger la vision procurée par un œil astigmaté éventuellement myope ou hypermétrope, prévue pour qu'un méridien de référence de ladite lentille reste aligné avec un méridien prédéterminé dudit œil ; caractérisée en ce que ladite lentille corrige également la presbytie et en ce que ladite portion correctrice présente une surface antérieure et une surface postérieure dont l'une, dite première surface, est sphérique ou asphérique adaptée mécaniquement à la géométrie dudit œil et dont l'autre, dite deuxième surface, présente une forme complexe offrant à la fois une correction de presbytie à vision simultanée progressive, une correction d'astigmatisme et éventuellement une correction de myopie ou d'hypermétropie sphérique, de sorte que la combinaison de la première surface et de la deuxième surface introduit un chemin optique variant, en fonction de la distance par rapport à l'axe optique et en fonction de l'écart angulaire par rapport audit méridien de référence, au moins quand cette distance est comprise entre 0,4 mm et 2, 4 mm, suivant une répartition s'inscrivant dans une zone comprise entre une surface enveloppe inférieure et une surface enveloppe supérieure, répondant respectivement aux équations suivantes :

$$\begin{aligned}\delta_{\text{inf}}(h, \theta) &= \delta_0 + \delta_s(h) + \delta_p(h) + \delta_A(h, \theta) - 0,9 h^2 \\ \delta_{\text{sup}}(h, \theta) &= \delta_{\text{inf}}(h, \theta) + 0,18 h^2\end{aligned}$$

équations dans lesquelles :

- $\delta_{\text{inf}}(h, \theta)$ et $\delta_{\text{sup}}(h, \theta)$ sont exprimés en micromètre (μm) ;
- h est la distance par rapport à l'axe optique, exprimée en millimètre (mm) ;
- θ est l'écart angulaire par rapport audit méridien de référence, exprimé en radian (rad) ;
- δ_0 est une constante arbitraire ;
- $\delta_s(h)$ est, en cas de correction sphérique, le chemin optique prévu pour cette correction, variant en fonction de la distance h par rapport à l'axe optique ;

- $\delta_p(h)$ est le chemin optique, variant en fonction de la distance h par rapport à l'axe optique, prévu pour la correction à vision simultanée progressive ; et

- $\delta_A(h, \theta)$ est le chemin optique prévu pour la correction de l'astigmatisme.

2. Lentille selon la revendication 1, caractérisée en ce que le terme $\delta_A(h, \theta)$ répond à l'équation :

$$\delta_A(h, \theta) = \frac{C}{2} h^2 \sin^2 (\theta - \phi)$$

équation dans laquelle:

- C est la puissance de cylindre requise pour corriger l'astigmatisme dudit œil, exprimée en dioptrie (D) ; et

- ϕ est l'écart angulaire, par rapport audit méridien de référence, de l'axe requis pour corriger l'astigmatisme dudit œil.

3. Lentille selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le terme $\delta_s(h)$ répond à l'équation :

$$\delta_s(h) = \frac{P_{VL}}{2} h^2$$

équation dans laquelle P_{VL} est la puissance requise pour corriger la myopie ou hypermétropie dudit œil, exprimée en dioptrie (D).

4. Lentille selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le terme $\delta_p(h)$ répond à l'équation suivante :

$$\delta_p(h) = \sum_{i=0}^{i=9} \frac{\alpha_{2i}}{2i+2} h^{2i+2}$$

la série de coefficients α_{2i} étant définie par une respectivement des neuf listes SA, SB, SC, MA, MB, MC, LA, LB, LC de coefficients ci-dessous :

i	SA	SB	SC
0	1.398800E+00	3.093330E+00	4.605640E+00
1	-2.160020E+00	-4.751140E+00	-5.235240E+00
2	1.337720E+00	2.913640E+00	2.458240E+00
3	-4.327890E-01	-9.378340E-01	-6.301520E-01

4	8.154230E-02	1.764900E-01	9.787570E-02
5	-9.410290E-03	-2.038990E-02	-9.616130E-03
6	6.736380E-04	1.462890E-03	6.012020E-04
7	-2.914960E-05	-6.347570E-05	-2.318560E-05
8	6.978470E-07	1.520000E-06	5.030000E-07
9	-7.091930E-09	-1.550000E-08	-4.690000E-09

i	MA	MB	MC
0	1.799020E+00	3.048790E+00	4.144890E+00
1	-1.823880E+00	-3.424400E+00	-4.233760E+00
2	8.133470E-01	1.714210E+00	1.949870E+00
3	-2.057150E-01	-4.850380E-01	-5.212190E-01
4	3.222470E-02	8.400400E-02	8.739800E-02
5	-3.231690E-03	-9.184070E-03	-9.410210E-03
6	2.075120E-04	6.343800E-04	6.468110E-04
7	-8.241900E-06	-2.679260E-05	-2.734250E-05
8	1.842050E-07	6.310000E-07	6.460000E-07
9	-1.770040E-09	-6.330000E-09	-6.520000E-09

i	LA	LB	LC
0	1.258120E+00	2.3409009E+00	2.660000E+00
1	2.766510E-01	-1.6016233E+00	-3.029760E+00
2	-5.863900E-01	8.5580090E-01	1.837520E+00
3	2.158210E-01	-4.0855924E-01	-6.361990E-01
4	-3.890640E-02	1.2233248E-01	1.293960E-01
5	4.063430E-03	-2.1406740E-02	-1.595350E-02
6	-2.578890E-04	2.2148862E-03	1.205290E-03
7	9.821560E-06	-1.3380186E-04	-5.450000E-05
8	-2.065710E-07	4.3658573E-06	1.350000E-06
9	1.845210E-09	-5.9468409E-08	-1.410000E-08

(E et le nombre qui le suit représentent l'exposant en puissance de 10)

5. Lentille selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le terme $\delta_p(h)$ répond à l'équation suivante :

$$\delta_p(h) = \frac{P_{ADD}}{2} h^2 - \sum_{i=0}^{i=9} \frac{\alpha_{2i}}{2i+2} h^{2i+2}$$

P_{ADD} étant l'addition requise par le porteur de ladite lentille pour la vision de près, exprimée en dioptrie (D), la série de coefficients α_{2i} étant définie par une respectivement des neuf listes SA, SB, SC, MA, MB, MC, LA, LB, LC de

5 coefficients ci-dessous :

i	SA	SB	SC
0	1.398800E+00	3.093330E+00	4.605640E+00
1	-2.160020E+00	-4.751140E+00	-5.235240E+00
2	1.337720E+00	2.913640E+00	2.458240E+00
3	-4.327890E-01	-9.378340E-01	-6.301520E-01
4	8.154230E-02	1.764900E-01	9.787570E-02
5	-9.410290E-03	-2.038990E-02	-9.616130E-03
6	6.736380E-04	1.462890E-03	6.012020E-04
7	-2.914960E-05	-6.347570E-05	-2.318560E-05
8	6.978470E-07	1.520000E-06	5.030000E-07
9	-7.091930E-09	-1.550000E-08	-4.690000E-09

i	MA	MB	MC
0	1.799020E+00	3.048790E+00	4.144890E+00
1	-1.823880E+00	-3.424400E+00	-4.233760E+00
2	8.133470E-01	1.714210E+00	1.949870E+00
3	-2.057150E-01	-4.850380E-01	-5.212190E-01
4	3.222470E-02	8.400400E-02	8.739800E-02
5	-3.231690E-03	-9.184070E-03	-9.410210E-03
6	2.075120E-04	6.343800E-04	6.468110E-04
7	-8.241900E-06	-2.679260E-05	-2.734250E-05
8	1.842050E-07	6.310000E-07	6.460000E-07
9	-1.770040E-09	-6.330000E-09	-6.520000E-09

i	LA	LB	LC
0	1.258120E+00	2.3409009E+00	2.660000E+00
1	2.766510E-01	-1.6016233E+00	-3.029760E+00
2	-5.863900E-01	8.5580090E-01	1.837520E+00
3	2.158210E-01	-4.0855924E-01	-6.361990E-01
4	-3.890640E-02	1.2233248E-01	1.293960E-01
5	4.063430E-03	-2.1406740E-02	-1.595350E-02
6	-2.578890E-04	2.2148862E-03	1.205290E-03
7	9.821560E-06	-1.3380186E-04	-5.450000E-05
8	-2.065710E-07	4.3658573E-06	1.350000E-06
9	1.845210E-09	-5.9468409E-08	-1.410000E-08

(E et le nombre qui le suit représentent l'exposant en puissance de 10)

6. Lentille selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'elle constitue un implant intraoculaire.

5 7. Lentille selon la revendication 6, caractérisée en ce que ladite première surface est sphérique.

8. Lentille selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'elle constitue une lentille de contact.

9. Lentille selon la revendication 8, caractérisée en ce que ladite première surface est sphérique.

10 10. Lentille selon la revendication 8, caractérisée en ce que ladite première surface fait partie de la face postérieure de la lentille de contact tandis que ladite deuxième surface fait partie de sa face antérieure.

11. Lentille selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite première surface est sphérique ou asphérique adaptée mécaniquement à la
15 géométrie de la cornée dudit œil.

12. Lentille selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte sur sa face antérieure un moyen de stabilisation adapté à maintenir ledit méridien de référence de ladite lentille alignée avec ledit méridien prédéterminé dudit œil.

20 13. Lentille selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit moyen de stabilisation est à bosses dynamiques.

14. Lentille selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit moyen de stabilisation est à double allègement.

15. Lentille selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit moyen de stabilisation comporte un ballast.

5 16. Procédé de préparation d'une lentille ophtalmique selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte :

 a) une étape de détermination du chemin optique devant être introduit par la portion correctrice de cette lentille ;

 b) une étape de sélection de la forme de la surface postérieure de
10 ladite portion correctrice, parmi une série de formes prédéterminées, afin de procurer au porteur de la lentille un confort optimum ;

 c) une étape de détermination de la forme de la surface antérieure de ladite portion correctrice, à partir de ladite forme sélectionnée pour la surface postérieure à l'étape b) et du chemin optique déterminé à l'étape a) ; et

15 d) une étape de fabrication de ladite lentille avec ladite portion correctrice qui présente la surface antérieure et la surface postérieure ainsi déterminées.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 01/00006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 324 461 A (SALVATORI ANTHONY L) 13 April 1982 (1982-04-13) cited in the application column 2, line 49 -column 4, line 63 ----	1
A	US 5 020 898 A (TOWNSLEY MALCOLM) 4 June 1991 (1991-06-04) column 1, line 6 -column 3, line 20 ----	1
A	US 4 095 878 A (FANTI PETER) 20 June 1978 (1978-06-20) cited in the application column 2, line 12 -column 4, line 15 ----	1
A	US 4 580 882 A (B. NUCHMAN ET AL) 8 April 1986 (1986-04-08) cited in the application column 4, line 4 -column 11, line 49 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 March 2001

Date of mailing of the international search report

22/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sarneel, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/00006

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4324461 A	13-04-1982	AU 530126 B	30-06-1983
		AU 6406080 A	04-06-1981
		CA 1140374 A	01-02-1983
		DE 3043978 A	04-06-1981
		GB 2064158 A, B	10-06-1981
		MY 70386 A	31-12-1986
		NZ 195205 A	28-02-1985
US 5020898 A	04-06-1991	AT 137344 T	15-05-1996
		AT 182410 T	15-08-1999
		AU 634624 B	25-02-1993
		AU 7002991 A	01-08-1991
		CA 2035102 A, C	30-07-1991
		DE 69118935 D	30-05-1996
		DE 69118935 T	31-10-1996
		DE 69131465 D	26-08-1999
		DE 69131465 T	30-03-2000
		DK 440107 T	10-06-1996
		EP 0440107 A	07-08-1991
		EP 0614105 A	07-09-1994
		ES 2086421 T	01-07-1996
		ES 2135508 T	01-11-1999
		HK 1007445 A	09-04-1999
		JP 2695056 B	24-12-1997
		JP 4212925 A	04-08-1992
		NZ 236905 A	28-04-1993
		SG 49207 A	18-05-1998
US 4095878 A	20-06-1978	DE 2415108 A	09-10-1975
		FR 2284893 A	09-04-1976
		GB 1479526 A	13-07-1977
US 4580882 A	08-04-1986	AU 571217 B	14-04-1988
		AU 2711684 A	25-10-1984
		BE 899476 A	16-08-1984
		BR 8401853 A	27-11-1984
		CA 1252322 A	11-04-1989
		CH 666559 A	29-07-1988
		DE 3415022 A	25-10-1984
		DK 197384 A	22-10-1984
		ES 531724 D	01-02-1987
		ES 8703203 A	16-04-1987
		FI 841559 A	22-10-1984
		FR 2544878 A	26-10-1984
		GB 2139375 A, B	07-11-1984
		GR 79924 A	31-10-1984
		IL 71608 A	30-09-1988
		IT 1199113 B	30-12-1988
		JP 59208524 A	26-11-1984
		LU 85332 A	26-10-1984
		NL 8401293 A	16-11-1984
		NO 841586 A	22-10-1984
		NZ 207878 A	27-11-1987
		PH 20802 A	21-04-1987
		PT 78469 A, B	01-05-1984
		SE 8402221 A	22-10-1984
		ZA 8402931 A	28-11-1984

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den e internationale No

PCT/FR 01/00006

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G02B7/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 324 461 A (SALVATORI ANTHONY L) 13 avril 1982 (1982-04-13) cité dans la demande colonne 2, ligne 49 -colonne 4, ligne 63 ---	1
A	US 5 020 898 A (TOWNSLEY MALCOLM) 4 juin 1991 (1991-06-04) colonne 1, ligne 6 -colonne 3, ligne 20 ---	1
A	US 4 095 878 A (FANTI PETER) 20 juin 1978 (1978-06-20) cité dans la demande colonne 2, ligne 12 -colonne 4, ligne 15 ---	1
A	US 4 580 882 A (B. NUCHMAN ET AL) 8 avril 1986 (1986-04-08) cité dans la demande colonne 4, ligne 4 -colonne 11, ligne 49 -----	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 mars 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/03/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Sarneel, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den e Internationale No

PCT/FR 01/00006

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4324461 A	13-04-1982	AU 530126 B	30-06-1983
		AU 6406080 A	04-06-1981
		CA 1140374 A	01-02-1983
		DE 3043978 A	04-06-1981
		GB 2064158 A, B	10-06-1981
		MY 70386 A	31-12-1986
		NZ 195205 A	28-02-1985
US 5020898 A	04-06-1991	AT 137344 T	15-05-1996
		AT 182410 T	15-08-1999
		AU 634624 B	25-02-1993
		AU 7002991 A	01-08-1991
		CA 2035102 A, C	30-07-1991
		DE 69118935 D	30-05-1996
		DE 69118935 T	31-10-1996
		DE 69131465 D	26-08-1999
		DE 69131465 T	30-03-2000
		DK 440107 T	10-06-1996
		EP 0440107 A	07-08-1991
		EP 0614105 A	07-09-1994
		ES 2086421 T	01-07-1996
		ES 2135508 T	01-11-1999
		HK 1007445 A	09-04-1999
		JP 2695056 B	24-12-1997
		JP 4212925 A	04-08-1992
		NZ 236905 A	28-04-1993
		SG 49207 A	18-05-1998
US 4095878 A	20-06-1978	DE 2415108 A	09-10-1975
		FR 2284893 A	09-04-1976
		GB 1479526 A	13-07-1977
US 4580882 A	08-04-1986	AU 571217 B	14-04-1988
		AU 2711684 A	25-10-1984
		BE 899476 A	16-08-1984
		BR 8401853 A	27-11-1984
		CA 1252322 A	11-04-1989
		CH 666559 A	29-07-1988
		DE 3415022 A	25-10-1984
		DK 197384 A	22-10-1984
		ES 531724 D	01-02-1987
		ES 8703203 A	16-04-1987
		FI 841559 A	22-10-1984
		FR 2544878 A	26-10-1984
		GB 2139375 A, B	07-11-1984
		GR 79924 A	31-10-1984
		IL 71608 A	30-09-1988
		IT 1199113 B	30-12-1988
		JP 59208524 A	26-11-1984
		LU 85332 A	26-10-1984
		NL 8401293 A	16-11-1984
		NO 841586 A	22-10-1984
		NZ 207878 A	27-11-1987
		PH 20802 A	21-04-1987
		PT 78469 A, B	01-05-1984
		SE 8402221 A	22-10-1984
		ZA 8402931 A	28-11-1984